

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 6 日(06.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/165189 A1

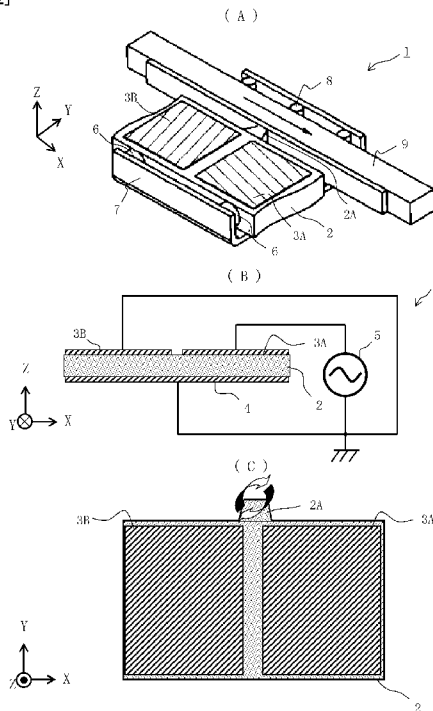
- (51) 国際特許分類:
H02N 2/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062905
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 21 日(21.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-118707 2011 年 5 月 27 日(27.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (Murata Manufacturing Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浅野宏志 (ASANO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (Kaede Patent Attorneys' Office); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: PIEZOELECTRIC MOTOR AND PIEZOELECTRIC MOTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 圧電モータおよび圧電モータ装置

[図2]



(57) Abstract: To provide a piezoelectric motor and a piezoelectric motor device having a simple configuration with high power transmission efficiency and less occurrence of kinetic friction. A piezoelectric motor device (1) comprises a piezoelectric plate (2), a protrusion part (2A), and a drive part. The piezoelectric plate (2) has a first surface that includes a first area and a second area adjacent to each other. The protrusion part (2A) is provided on a boundary line between the first area and the second area, displaces in the Y axial direction along the boundary line, and displaces in the X axial direction perpendicular to the Y axial direction and the normal direction of the first surface of the piezoelectric plate (2). The drive part includes an individual electrode (3A) provided in the first area, an individual electrode (3B) provided in the second area, and a common electrode (4) provided on a second surface facing the first surface of the piezoelectric plate (2), and an AC voltage is applied between the individual electrode (3A) and the common electrode (4) so that the individual electrode (3B) does not become a floating electrode.

(57) 要約: 動摩擦が起こりにくく動力伝達効率が高い簡易な構成の圧電モータおよび圧電モータ装置の提供を図る。圧電モータ装置 (1) は、圧電板 (2) と、突起部 (2A) と、駆動部と、を備える。圧電板 (2) は、互いに隣接する第1の領域と第2の領域とを含む第1の面を有する。突起部 (2A) は、第1の領域と第2の領域との境界線上に設けられ、境界線に沿ったY軸方向に変位するとともに、圧電板 (2) の第1の面の法線方向とY軸方向とに対して垂直なX軸方向に変位する。駆動部は、第1の領域に設けられた個別電極 (3A) と、第2の領域に設けられた個別電極 (3B) と、圧電板 (2) の第1の面と対向する第2の面に設けられた共通電極 (4) とを含み、一方の個別電極 (3A) と共通電極 (4) との間に交流電圧を印加するとともに、他方の個別電極

極 (3B) が浮き電極にならないようにする。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 圧電モータおよび圧電モータ装置

技術分野

[0001] この発明は、圧電板の変形を利用して動力伝達部を変位させる圧電モータ、および、動力伝達部の変位を変換して回転運動や直線運動の動力とする圧電モータ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 圧電モータは、圧電板の変形に伴う動力伝達部の変位を動力とするモータである。また、圧電モータ装置は、圧電モータの動力を回転運動や直線運動に変換して動力とするものである。

[0003] 図1は、特許文献1を参考にした圧電モータ装置101の基本構成を説明する図である。図1(A)は、圧電モータ装置101の斜視図である。図1(B)は、圧電モータ装置101の回路図である。図1(C)は、圧電モータ装置101の部分拡大平面図である。なお、図中に、圧電モータ装置101が備える圧電板102の主面の法線方向をZ軸方向、主面の長手方向をX軸方向、主面の短手方向をY軸方向とした直交座標系を付記している。

[0004] 圧電モータ装置101は、圧電板102、個別電極103A、103B、共通電極104、交流源105A、スイッチ105B、押圧バネ106、フレーム107、ベアリング108、およびリニアスライダ109を備える。圧電板102、個別電極103A、103B、共通電極104、交流源105A、およびスイッチ105Bは、圧電モータを構成する。

[0005] 圧電板102はZ軸を向く主面が長方形の平板であり、Y軸正方向の側面には突起部102Aが設けられている。個別電極103A、103Bは、圧電板102の表主面に、突起部102Aが設けられている位置を通るY軸方向に沿った直線に対して線対称に設けられている。共通電極104は、圧電板102の裏主面の略全面に設けられている。交流源105Aは共通電極104とスイッチ105Bとの間に接続され、スイッチ105Bにより個別

電極 103A, 103B が選択的に交流源 105A に接続されている。

[0006] 圧電板 102 の Y 軸正方向にはリニアスライダ 109 が配置され、リニアスライダ 109 の Y 軸正方向にはベアリング 108 が配置されている。また、圧電板 102 の Y 軸負方向には押圧バネ 106 が配置されている。押圧バネ 106 は、フレーム 107 に支持されており、圧電板 102 をリニアスライダ 109 に向け押圧する。

[0007] スイッチ 105B により個別電極 103A が交流源 105A に接続され、交流源 105A によって個別電極 103A と共通電極 104 との間に交流電圧が印加されると、圧電板 102 が X-Y 面において変形し、突起部 102A は X 軸および Y 軸に対して所定の傾きを持った直線往復軌道で変位する。

[0008] 上記のように変位する突起部 102A はリニアスライダ 109 の Y 軸負方向の側面へ衝突し、これにより X 軸負方向の動力が突起部 102A からリニアスライダ 109 に伝達され、リニアスライダ 109 を X 軸負方向に移動させることができる。スイッチ 105B を切り替えて、個別電極 103B が交流源 105A に接続されることにより、リニアスライダ 109 の移動方向を逆方向に切り替えることができる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特表 2007-538484 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 上記構成では、突起部 102A とリニアスライダ 109 との接触圧力が小さい状態のときに動摩擦が起こってエネルギー損失が発生する。そのため、突起部 102A からリニアスライダ 109 に伝達される X 軸方向の動力が低減し、効率的に動力が伝達されない。

[0011] そこで、本発明の目的は、動摩擦が起こりにくく動力伝達効率が高い簡易な構成の圧電モータおよび圧電モータ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0012] 本発明に係る圧電モータは、圧電板と、動力伝達部と、駆動部と、を備える。圧電板は、互いに隣接する第1の領域と第2の領域とを含む第1の面を有する。動力伝達部は、第1の領域と第2の領域との境界線上に設けられ、境界線に沿った第1の方向に変位するとともに、圧電板の第1の面の法線方向と第1の方向とに対して垂直な第2の方向に変位する。駆動部は、第1の領域に設けられた第1の個別電極と、第2の領域に設けられた第2の個別電極と、圧電板の第1の面と対向する第2の面に設けられた共通電極とを含み、第1の個別電極と共通電極との間に交流電圧を印加するとともに、第2の個別電極が浮き電極にならないようにする。
- [0013] この構成では、第1の領域と第2の領域との境界線上に設けられる動力伝達部は、直線往復軌道ではなく円軌道または楕円軌道で変位することになる。
- [0014] 本発明に係る圧電モータにおいて、駆動部は、一方側が第1の個別電極に接続されており、他方側が第2の個別電極と共通電極とに接続されており、第1の個別電極と共通電極との間に交流電圧を印加する交流源を含み、第2の個別電極と共通電極と交流源の他方側とがグラウンドに接続されていると好適である。特に、駆動部は、第1の個別電極と共通電極との間に、振動モードがE(3, 1)モードである共振周波数に対応する交流電圧を印加すると好適である。さらに、駆動部は、圧電板全体にE(3, 1)モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが同時に励振され、E(3, 1)モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約90°となるように、第1の個別電極と共通電極との間に交流電圧を印加すると好適である。
- [0015] また、本発明に係る圧電モータにおいて、駆動部は、第1の個別電極又は第2の個別電極と共通電極との間に交流電圧を印加する交流源を含み、交流源の一方側が第1の個別電極に接続されており、他方側が第2の個別電極と共通電極とに接続されており、第2の個別電極と共通電極と交流源の他方側とがグラウンドに接続されている状態と、交流源の一方側が第2の個別電極に

接続されており、他方側が第1の個別電極と共通電極とに接続されており、第1の個別電極と共通電極と交流源の他方側とがグランドに接続されている状態と、を切り替えるスイッチを備えると好適である。特に、駆動部は、第1の個別電極又は第2の個別電極と共通電極との間に、振動モードがE(3, 1)モードである共振周波数に対応する交流電圧を印加すると好適である。さらに、駆動部は、圧電板全体にE(3, 1)モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが同時に励振され、E(3, 1)モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約90°となるように、第1の個別電極又は第2の個別電極と共通電極との間に交流電圧を印加すると好適である。

[0016] また、本発明に係る圧電モータにおいて、駆動部は、一方側が第1の個別電極に接続されており、他方側が共通電極に接続されており、第1の個別電極と共通電極との間に交流電圧を印加する第1の交流源と、一方側が第2の個別電極に接続されており、他方側が共通電極に接続されており、第2の個別電極と共通電極との間に交流電圧を印加する第2の交流源と、を含み、第1の交流源の他方側と第2の交流源の他方側とがグランドに接続されていると好適である。特に、駆動部は、第1の個別電極と共通電極との間と、第2の個別電極と共通電極との間とに、振動モードがE(3, 1)モードである共振周波数に対応する交流電圧を印加すると好適である。さらに、駆動部は、圧電板全体にE(3, 1)モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが同時に励振され、E(3, 1)モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約90°となるように、第1の個別電極と共通電極との間と、第2の個別電極と共通電極との間とに交流電圧を印加すると好適である。

[0017] 本発明に係る圧電モータ装置は、上述のいずれかの圧電モータと、圧電板の第1の方向側に配置されている動力変換部と、を備えると好適である。動力変換部は、第2の方向を移動方向として移動自在なリニアスライダであってもよい。

[0018] これらの構成では、リニアスライダなどの動力変換部を圧電モータで駆動して、圧電モータの送り運動を直線運動などに変換して動力とすることがで

きる。

発明の効果

[0019] この発明によれば、動力伝達部が直線往復軌道ではなく円軌道または楕円軌道を描くように変位するので、動力伝達部が第1の方向（Y軸）に大きく変位する際には第2の方向（X軸）への変位は小さく、第1の方向（Y軸）の変位が小さくなった後で、第2の方向（X軸）への変位が大きくなる。そのため、この動力伝達部が第2の方向（Y軸）に対向する動力変換部に衝突する際に動摩擦が生じにくくなり、動力伝達部と動力変換部との摩耗やエネルギー損失を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]圧電モータ装置の基本構成を説明する図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る圧電モータ装置の構成を説明する図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る圧電モータ装置の圧電板の変位ベクトルについて説明する図である。

[図4]従来構成に係る比較例の圧電板の変位ベクトルについて説明する図である。

[図5]本発明の第2の実施形態に係る圧電モータ装置の回路図である。

[図6]本発明の第3の実施形態に係る圧電モータ装置の回路図である。

発明を実施するための形態

[0021] 図2は、本発明の第1の実施形態に係る圧電モータ装置1の構成を説明する図である。図2（A）は、圧電モータ装置1の斜視図である。図2（B）は、圧電モータ装置1の回路図である。図2（C）は、圧電モータ装置1の部分拡大平面図である。なお、図中に、圧電モータ装置1が備える圧電板2の主面の法線方向をZ軸方向、主面の長手方向をX軸方向、主面の短手方向をY軸方向とした直交座標系を付記している。

[0022] 圧電モータ装置1は、圧電板2、個別電極3A、3B、共通電極4、交流電源5、押圧バネ6、フレーム7、ベアリング8、およびリニアスライダ9を

備える。

[0023] 圧電板 2、個別電極 3 A、3 B、共通電極 4、および交流源 5 は本実施形態における圧電モータを構成し、個別電極 3 A、3 B、共通電極 4、および交流源 5 は本実施形態における駆動部を構成する。また、リニアスライダ 9 は本実施形態における動力変換部である。

[0024] 圧電板 2 は Z 軸を向く主面が長方形の平板であり、Z 軸を向く主面は、互いに隣接する第 1 の領域と第 2 の領域とを含む。圧電板 2 の第 1 の領域と第 2 の領域との境界線上であり、Y 軸正方向の側面には突起部 2 A が設けられている。突起部 2 A は、本実施形態における動力伝達部である。

[0025] 個別電極 3 A、3 B は、圧電板 2 の Z 軸を向く主面に設けられている。個別電極 3 A、3 B は、突起部 2 A が設けられている位置を通る Y 軸方向に沿った直線に対して線対称に設けられている。具体的には、個別電極 3 A は第 1 の領域に設けられており、個別電極 3 B は第 2 の領域に設けられている。共通電極 4 は、圧電板 2 の Z 軸を向く主面と対向している主面の略全面に設けられている。交流源 5 は、一方側が個別電極 3 A に接続されており、他方側が個別電極 3 B と共通電極 4 とに接続されている。交流源 5 と個別電極 3 B と共通電極 4 との接続点は、グラウンドに接続されている。すなわち、個別電極 3 B と共通電極 4 と交流源 5 の他方側とは、グラウンドに接続されている。

[0026] フレーム 7 は、Y 軸両方向の端部に X-Y 面から Z 軸正方向に立ち上がるリブを備えている。

[0027] 圧電板 2 の Y 軸正方向にはリニアスライダ 9 が配置されている。リニアスライダ 9 は X 軸方向を長手とする角棒状の構成である。リニアスライダ 9 の Y 軸正方向にはベアリング 8 が配置されている。ベアリング 8 は、X 軸方向に移動するリニアスライダ 9 に転接する。また、圧電板 2 の Y 軸負方向には押圧バネ 6 が配置されている。押圧バネ 6 はフレーム 7 のリブに支持されており、圧電板 2 をリニアスライダ 9 に向け押圧する。

[0028] この構成では、個別電極 3 A と共通電極 4 との間に、振動モードが E (3

、 1) モードである共振周波数に対応する交流電圧が印加されることにより、圧電板 2 全体に E (3, 1) モードの非対称モードの振動が励振される。このとき、個別電極 3 B がグランドに接続されており、浮き電極にはならないことから、グランドから個別電極 3 B への電荷の流入又は個別電極 3 B からグランドへの電荷の流出が起こり、圧電板 2 全体に E (3, 1) モードの対称モードの振動が励振される。E (3, 1) モードの対称モードは、E (3, 1) モードの非対称モードとほぼ同じ共振周波数を有する。すなわち、個別電極 3 A と共通電極 4 との間に、振動モードが E (3, 1) モードである共振周波数に対応する交流電圧が印加されることにより、圧電板 2 全体に E (3, 1) モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが同時に励振される。そして、E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとの僅かな位相特性の差異により両者に位相差が生まれることから、E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約 90° となるように個別電極 3 A と共通電極 4 との間に交流電圧が印加されることにより、E (3, 1) モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが合成された楕円運動の振動が励振される。

[0029] 図 3 は、本実施形態に係る圧電モータ装置 1 の圧電板 2 の変位ベクトルについて説明する図である。ここでは、図中右側である圧電板 2 の右手領域の個別電極 3 A に正弦波信号が印加され、図中左側である圧電板 2 の左手領域の個別電極 3 B が共通電極 4 とともにグランドに接続されている構成について有限要素法で変位ベクトルを解析した例を示している。

[0030] 正弦波信号の位相が 0° の場合、圧電板 2 の右手領域では収縮方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では拡張方向の変位ベクトルが発生する。そして、右手領域と左手領域との境界に設けられている突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 45° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0031] 正弦波信号の位相が 45° の場合、圧電板 2 の右手領域では位相が 0° の場合よりも大きな収縮方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では位相が 0

° の場合よりも小さな拡張方向の変位ベクトルが発生する。そして、突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 0° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0032] 正弦波信号の位相が 90° の場合、圧電板 2 の右手領域では位相が 45° の場合よりも大きく、最大の収縮方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では位相が 45° の場合よりも小さな拡張方向の変位ベクトルが発生する。そして、突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 315° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0033] 正弦波信号の位相が 135° の場合、圧電板 2 の右手領域では位相が 90° の場合よりも小さな収縮方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では収縮方向の変位ベクトルが発生する。そして、突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 270° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0034] 正弦波信号の位相が 180° の場合、圧電板 2 の右手領域では拡張方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では位相が 135° の場合よりも大きな収縮方向の変位ベクトルが発生する。そして、突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 225° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0035] 正弦波信号の位相が 225° の場合、圧電板 2 の右手領域では位相が 180° の場合よりも大きな拡張方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では位相が 180° の場合よりも大きく、最大の収縮方向の変位ベクトルが発生する。そして、突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 180° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0036] 正弦波信号の位相が 270° の場合、圧電板 2 の右手領域では位相が 225° の場合よりも大きく、最大の拡張方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では位相が 225° の場合よりも小さな収縮方向の変位ベクトルが発生する。そして、突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 135° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0037] 正弦波信号の位相が 315° の場合、圧電板 2 の右手領域では位相が 27

0° の場合よりも小さな拡張方向の変位ベクトルが発生し、左手領域では拡張方向の変位ベクトルが発生する。そして、突起部 2 A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 90° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0038] 以上のように圧電板 2 は変形するが、E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約 90° となるように個別電極 3 A と共通電極 4 との間に交流電圧が印加されることにより、E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとが合成された楕円運動の振動が生じ、圧電板 2 の左手領域と右手領域との境界に設けられている突起部 2 A の変位ベクトルは時計回りに回転する。このため、突起部 2 A は、時計回りの円軌道または楕円軌道を描くように変位することになる。言い換えれば、突起部 2 A は、Y 軸方向に変位するとともに、X 軸方向に変位する。これにより、前述の圧電モータ装置 1 では、リニアスライダ 9 の Y 軸負方向の側面に突起部 2 A が衝突することにより、突起部 2 A からリニアスライダ 9 に X 軸正方向の動力が伝達され、リニアスライダ 9 が X 軸正方向に移動することになる。

[0039] このように突起部 2 A が円軌道または楕円軌道で変位するため、突起部 2 A が Y 軸に沿って大きく変位する際に X 軸に沿った変位は小さく、突起部 2 A が Y 軸に沿って大きく変位した後で X 軸に沿って大きく変位することになる。したがって、本実施形態の構成では、突起部 2 A とリニアスライダ 9 との動摩擦が生じにくく、両者の摩耗やエネルギー損失を抑制でき、突起部 2 A からリニアスライダ 9 への動力伝達効率を高められる。

[0040] なお、以下に、図 1 に示した従来構成に係る圧電モータ装置 101 を比較例として用意し、従来構成に係る圧電モータ装置 101 の圧電板 102 の変形について説明する。図 4 は、従来構成に係る圧電モータ装置 101 の圧電板 102 の変位ベクトルについて説明する図である。ここでは、図中右側である圧電板 102 の右手領域の個別電極 103 A に正弦波信号が印加され、図中左側である圧電板 102 の左手領域の個別電極 103 B がオープン状態である構成について有限要素法で変位ベクトルを解析した例を示している。

[0041] 正弦波信号の位相が 0° の場合、圧電板 102 の右手領域では拡張方向の

変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、右手領域と左手領域との境界に設けられている突起部 102A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 135° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0042] 正弦波信号の位相が 45° の場合、圧電板 102 の右手領域では収縮方向の変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、突起部 102A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 315° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0043] 正弦波信号の位相が 90° の場合、圧電板 102 の右手領域では位相が 45° の場合よりも大きな収縮方向の変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、突起部 102A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに、位相が 45° の場合よりも大きな約 315° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0044] 正弦波信号の位相が 135° の場合、圧電板 102 の右手領域では位相が 90° の場合よりも大きく、最大の収縮方向の変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、突起部 102A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに、位相が 90° の場合よりも大きく、最大の約 315° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0045] 正弦波信号の位相が 180° の場合、圧電板 102 の右手領域では位相が 135° の場合よりも小さな収縮方向の変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、突起部 102A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに、位相が 135° の場合よりも小さな約 315° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0046] 正弦波信号の位相が 225° の場合、圧電板 102 の右手領域では拡張方向の変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、突起部 102A の近傍では、X 軸正方向を基準として反時計回りに約 135° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0047] 正弦波信号の位相が 270° の場合、圧電板 102 の右手領域では位相が

225° の場合よりも大きな拡張方向の変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、突起部102Aの近傍では、X軸正方向を基準として反時計回りに、位相が225° の場合よりも大きな約135° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0048] 正弦波信号の位相が315° の場合、圧電板102の右手領域では位相が270° の場合よりも大きく、最大の拡張方向の変位ベクトルが発生するが、左手領域ではほとんど変位ベクトルが発生しない。そして、突起部102Aの近傍では、X軸正方向を基準として反時計回りに、位相が225° の場合よりも大きく、最大の約135° の方向の変位ベクトルが発生する。

[0049] 以上のように比較例の圧電板102は変形するが、比較例では、圧電板102の右手領域の個別電極103Aに正弦波信号を印加され、左手領域の個別電極103Bがオープン状態であるため、右手領域の個別電極103Aと共通電極104との間に、振動モードがE(3, 1)モードである共振周波数に対応する交流電圧が印加されることにより、圧電板102全体にE(3, 1)モードの非対称モードの振動が励振される。このとき、左手領域の個別電極103Bはオープン状態であることから、グランドから左手領域の個別電極103Bへの電荷の流入又は左手領域の個別電極103Bからグランドへの電荷の流出が起こらず、E(3, 1)モードの対称モードの振動は励振されない。よって、左手領域と右手領域との境界に設けられている突起部102Aの変位ベクトルは、X-Y面でX軸正方向を基準として反時計回りに135° もしくは315° の傾きを維持し、突起部102Aは直線往復軌道を描くように変位することになる。したがって、比較例では突起部102Aからリニアスライダ109にX軸負方向に動力が伝達され、リニアスライダ109がX軸負方向に移動することになる。

[0050] 次に、本発明の第2の実施形態に係る圧電モータ装置11について説明する。

[0051] 図5は、本実施形態に係る圧電モータ装置11の回路図である。

[0052] 圧電モータ装置11は、前述の圧電モータ装置1の回路構成に加えて、交

流源 5 の一方側に接続される個別電極を切り替えるスイッチ 15 A と、交流源 5 の他方側に接続される個別電極を切り替えるスイッチ 15 B とを備える。

[0053] この構成では、交流源 5 の一方側が個別電極 3 A に接続されており、他方側が個別電極 3 B と共通電極 4 とに接続されており、交流源 5 と個別電極 3 B と共通電極 4 との接続点がグラウンドに接続されている状態と、交流源 5 の一方側が個別電極 3 B に接続されており、他方側が個別電極 3 A と共通電極 4 とに接続されており、交流源 5 と個別電極 3 A と共通電極 4 との接続点がグラウンドに接続されている状態と、を切り替えるようにスイッチ 15 A, 15 B が制御される。

[0054] 交流源 5 の一方側が個別電極 3 A に接続されており、他方側が個別電極 3 B と共通電極 4 とに接続されており、交流源 5 と個別電極 3 B と共通電極 4 との接続点がグラウンドに接続されている状態では、圧電モータ装置 11 は第 1 の実施形態の圧電モータ装置 1 と同じ動作を行う。

[0055] 一方、交流源 5 の一方側が個別電極 3 B に接続されており、他方側が個別電極 3 A と共通電極 4 とに接続されており、交流源 5 と個別電極 3 A と共通電極 4 との接続点がグラウンドに接続されている状態では、圧電モータ装置 11 は第 1 の実施形態の圧電モータ装置 1 とは逆の動作を行い、突起部（不図示）が反時計回りの円軌道または楕円軌道で変位し、リニアスライダ（不図示）を X 軸負方向に移動させる。したがって、本実施形態の圧電モータ装置 11 は、スイッチ 15 A, 15 B の制御により、リニアスライダの移動方向を切り替えることができる。

[0056] 次に、本発明の第 3 の実施形態に係る圧電モータ装置 12 について説明する。

[0057] 図 6 は、本実施形態に係る圧電モータ装置 12 の回路図である。

[0058] 圧電モータ装置 12 は、前述の圧電モータ装置 1 の回路構成に加えて、交流源 5 A を備える。すなわち、圧電モータ装置 12 は、2 相電源を有する。交流源 5 の一方側が個別電極 3 A に接続されており、交流源 5 A の一方側が

個別電極 3 B に接続されており、交流源 5 および交流源 5 A の他方側が共通電極 4 に接続されており、交流源 5 と交流源 5 A と共通電極 4 との接続点がグラウンドに接続されている。

[0059] この構成では、交流源 5 から個別電極 3 A に $\sin(\omega t)$ の正弦波信号が印加され、交流源 5 A から個別電極 3 B に $\cos(\omega t)$ の正弦波信号が印加されることにより、E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとの位相差が 90° となるように個別電極 3 A, 3 B と共通電極 4 との間に交流電圧が印加されることになり、第 1 の実施形態の圧電モータ装置 1 と同様に、E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとが合成された楕円運動の振動が励振される。よって、圧電モータ装置 1 2 は第 1 の実施形態の圧電モータ装置 1 と同じ動作を行う。

[0060] 第 1 の実施形態の圧電モータ装置 1 では、個別電極 3 B がグラウンドに接続されているため、交流源は 1 つでよいものの、E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約 90° となるのは、特定の周波数に限られる。一方、本実施形態の圧電モータ装置 1 2 は、交流源は 2 つであるが、様々な周波数において E (3, 1) モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約 90° とすることができる。

[0061] 以上に説明した実施形態では、動力伝達対象として直線運動するリニアスライダを用いる例を示したが、リニアスライダの他にも回転運動するロータなどを動力伝達対象としてもよい。その場合、ロータの周面を突起部に対向させるように配置することで、圧電モータによりロータを回転させて回転運動の動力を得ることができる。

[0062] 本発明は以上に説明した実施形態の記載に制限されるものではなく、本発明の範囲は特許請求の範囲によって示される。そして、本発明の範囲には、特許請求の範囲によって示されるものだけでなく特許請求の範囲に均等な範囲で変更された全てのものが含まれる。

符号の説明

[0063] 1, 11, 12…圧電モータ装置

2…圧電板

2 A…突起部

3 A, 3 B…個別電極

4…共通電極

5, 5 A…交流源

6…押圧バネ

7…フレーム

8…ベアリング

9…リニアスライダ

1 5 A, 1 5 B…スイッチ

請求の範囲

- [請求項1] 互いに隣接する第1の領域と第2の領域とを含む第1の面を有する圧電板と、
- 前記第1の領域と前記第2の領域との境界線上に設けられ、前記境界線に沿った第1の方向に変位するとともに、前記圧電板の前記第1の面の法線方向と前記第1の方向とに対して垂直な第2の方向に変位する動力伝達部と、
- 前記第1の領域に設けられた第1の個別電極と、前記第2の領域に設けられた第2の個別電極と、前記圧電板の前記第1の面と対向する第2の面に設けられた共通電極とを含み、前記第1の個別電極と前記共通電極との間に交流電圧を印加するとともに、前記第2の個別電極が浮き電極にならないようにする駆動部と、
- を備える圧電モータ。
- [請求項2] 前記駆動部は、一方側が前記第1の個別電極に接続されており、他方側が前記第2の個別電極と前記共通電極とに接続されており、前記第1の個別電極と前記共通電極との間に交流電圧を印加する交流源を含み、
- 前記第2の個別電極と前記共通電極と前記交流源の他方側とがグラウンドに接続されている、請求項1に記載の圧電モータ。
- [請求項3] 前記駆動部は、前記第1の個別電極と前記共通電極との間に、振動モードがE(3, 1)モードである共振周波数に対応する交流電圧を印加する、請求項2に記載の圧電モータ。
- [請求項4] 前記駆動部は、前記圧電板全体にE(3, 1)モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが同時に励振され、E(3, 1)モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約90°となるように、前記第1の個別電極と前記共通電極との間に交流電圧を印加する、請求項3に記載の圧電モータ。
- [請求項5] 前記駆動部は、前記第1の個別電極又は前記第2の個別電極と前記

共通電極との間に交流電圧を印加する交流源を含み、

前記交流源の一方側が前記第 1 の個別電極に接続されており、他方側が前記第 2 の個別電極と前記共通電極とに接続されており、前記第 2 の個別電極と前記共通電極と前記交流源の他方側とがグラウンドに接続されている状態と、

前記交流源の一方側が前記第 2 の個別電極に接続されており、他方側が前記第 1 の個別電極と前記共通電極とに接続されており、前記第 1 の個別電極と前記共通電極と前記交流源の他方側とがグラウンドに接続されている状態と、

を切り替えるスイッチを備える、請求項 1 に記載の圧電モータ。

[請求項6] 前記駆動部は、前記第 1 の個別電極又は前記第 2 の個別電極と前記共通電極との間に、振動モードが E (3 , 1) モードである共振周波数に対応する交流電圧を印加する、請求項 5 に記載の圧電モータ。

[請求項7] 前記駆動部は、前記圧電板全体に E (3 , 1) モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが同時に励振され、E (3 , 1) モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約 90° となるように、前記第 1 の個別電極又は前記第 2 の個別電極と前記共通電極との間に交流電圧を印加する、請求項 6 に記載の圧電モータ。

[請求項8] 前記駆動部は、一方側が前記第 1 の個別電極に接続されており、他方側が前記共通電極に接続されており、前記第 1 の個別電極と前記共通電極との間に交流電圧を印加する第 1 の交流源と、一方側が前記第 2 の個別電極に接続されており、他方側が前記共通電極に接続されており、前記第 2 の個別電極と前記共通電極との間に交流電圧を印加する第 2 の交流源と、を含み、

前記第 1 の交流源の他方側と前記第 2 の交流源の他方側とがグラウンドに接続されている、請求項 1 に記載の圧電モータ。

[請求項9] 前記駆動部は、前記第 1 の個別電極と前記共通電極との間と、前記第 2 の個別電極と前記共通電極との間とに、振動モードが E (3 , 1

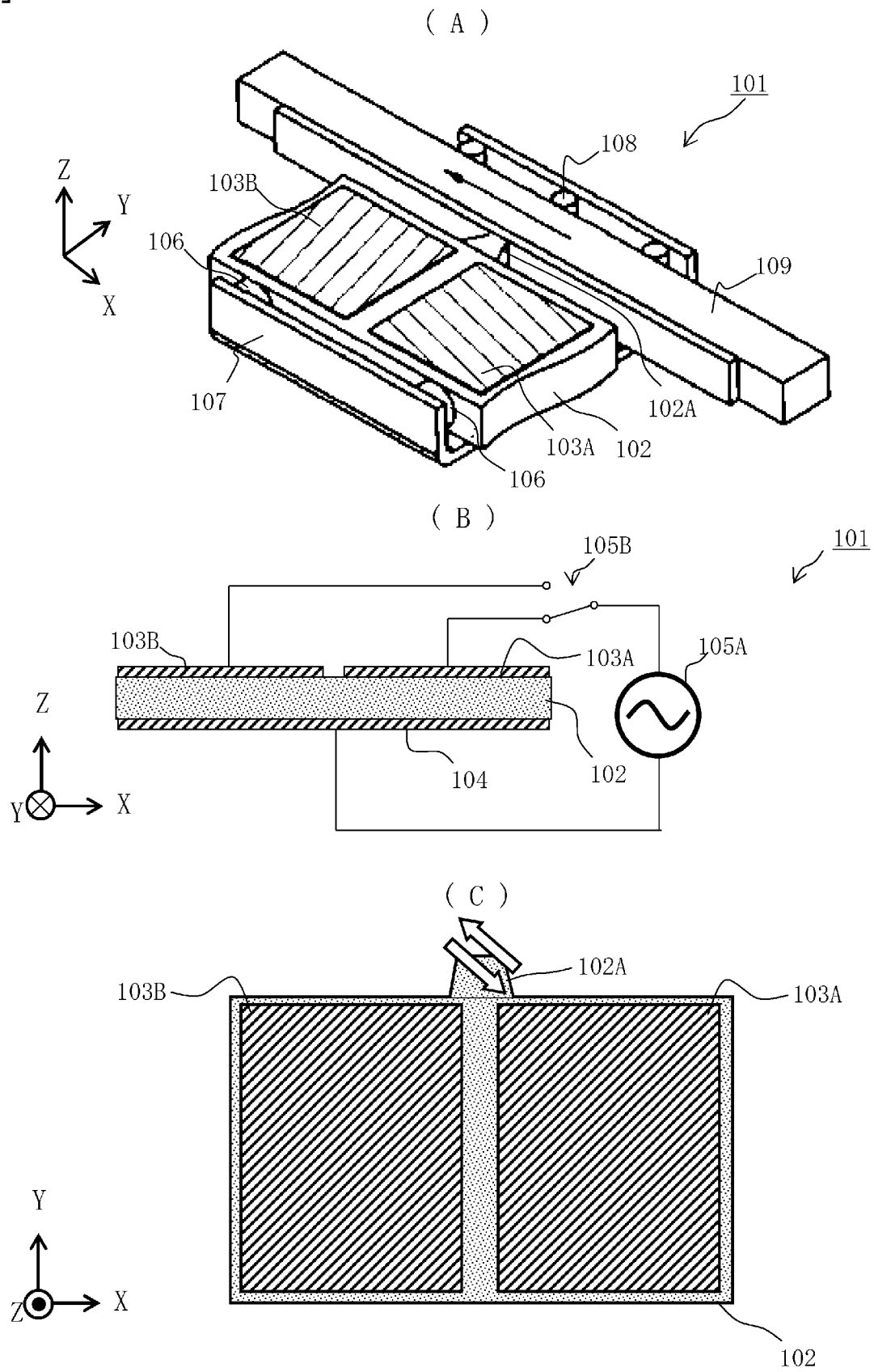
) モードである共振周波数に対応する交流電圧を印加する、請求項 8 に記載の圧電モータ。

[請求項10] 前記駆動部は、前記圧電板全体に E (3 , 1) モードの対称モードの振動と非対称モードの振動とが同時に励振され、E (3 , 1) モードの対称モードと非対称モードとの位相差が約 90° となるように、前記第 1 の個別電極と前記共通電極との間と、前記第 2 の個別電極と前記共通電極との間とに交流電圧を印加する、請求項 9 に記載の圧電モータ。

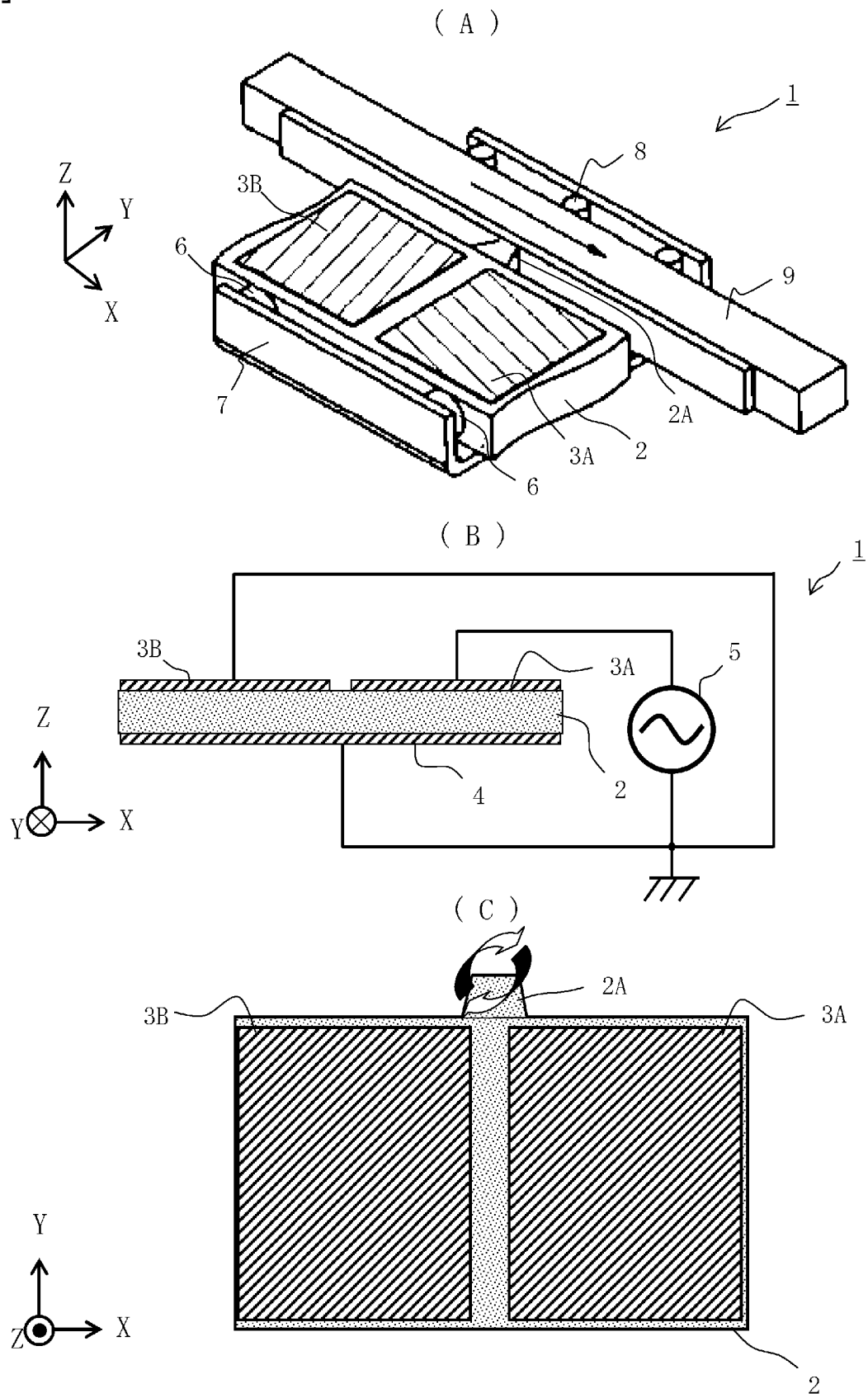
[請求項11] 請求項 1 ないし請求項 10 に記載の圧電モータと、
前記圧電板の前記第 1 の方向側に配置されている動力変換部と、
を備える圧電モータ装置。

[請求項12] 前記動力変換部は、前記第 2 の方向を移動方向として移動自在なリニアスライダである、請求項 11 に記載の圧電モータ装置。

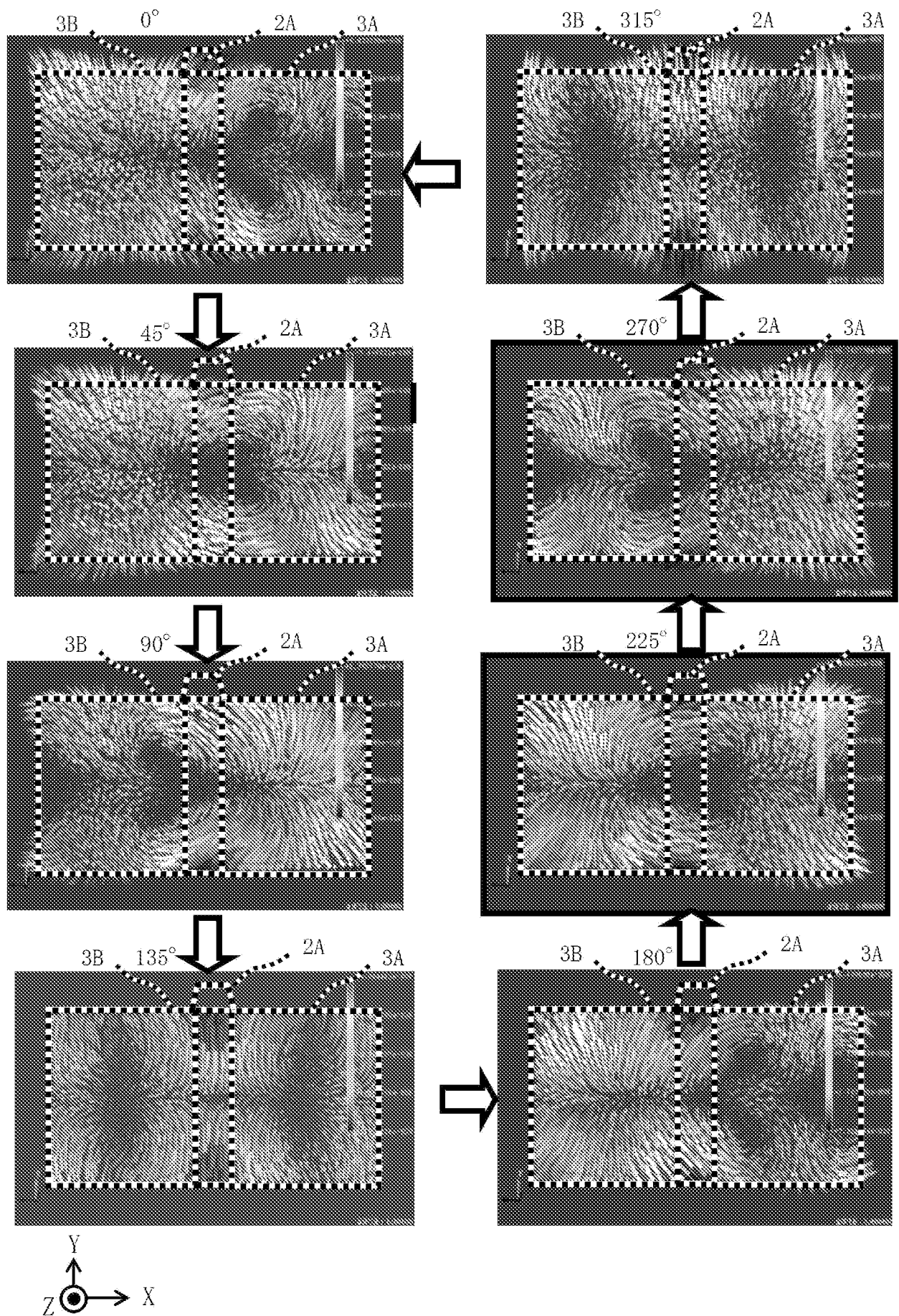
[図1]



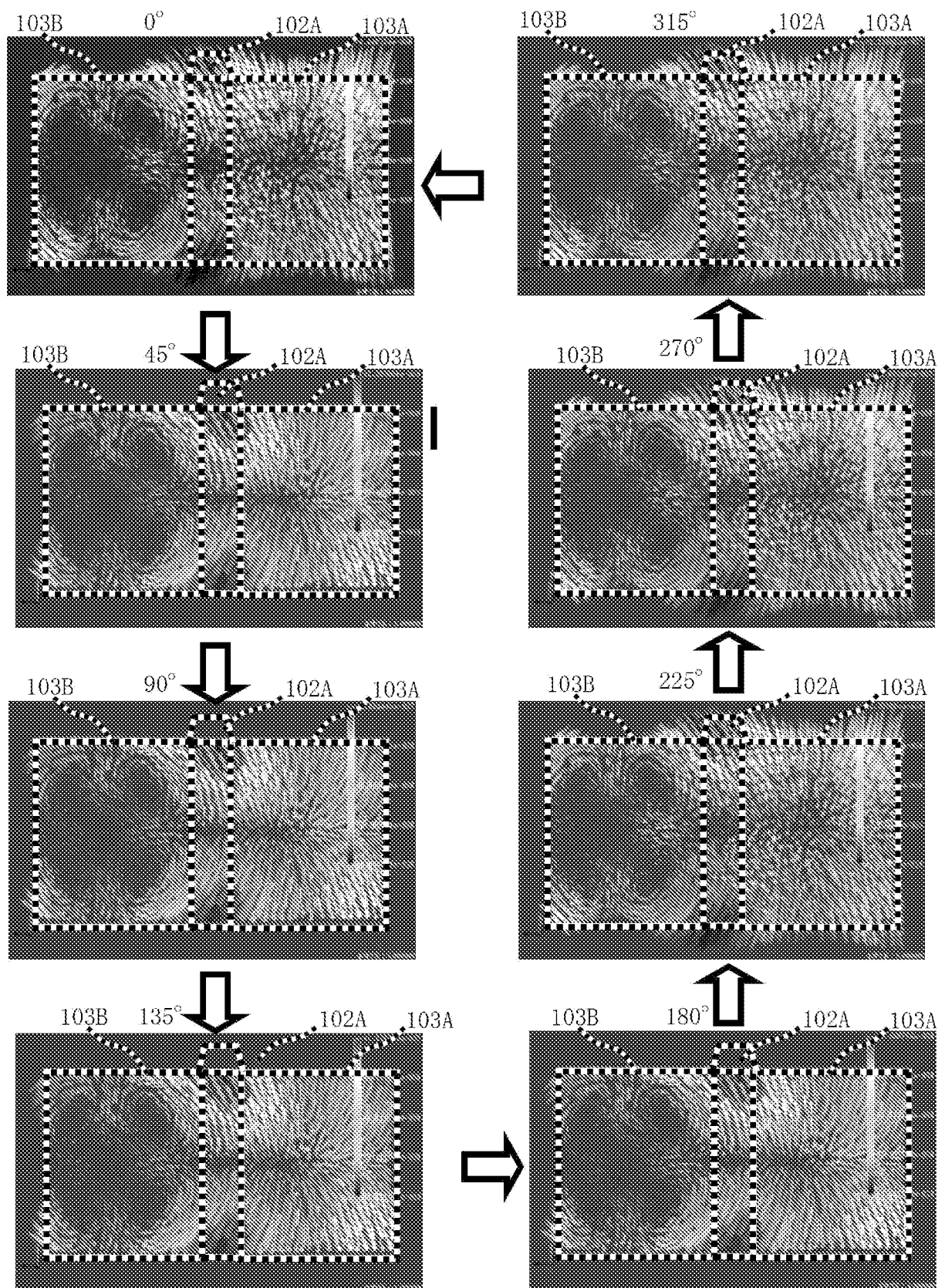
[図2]



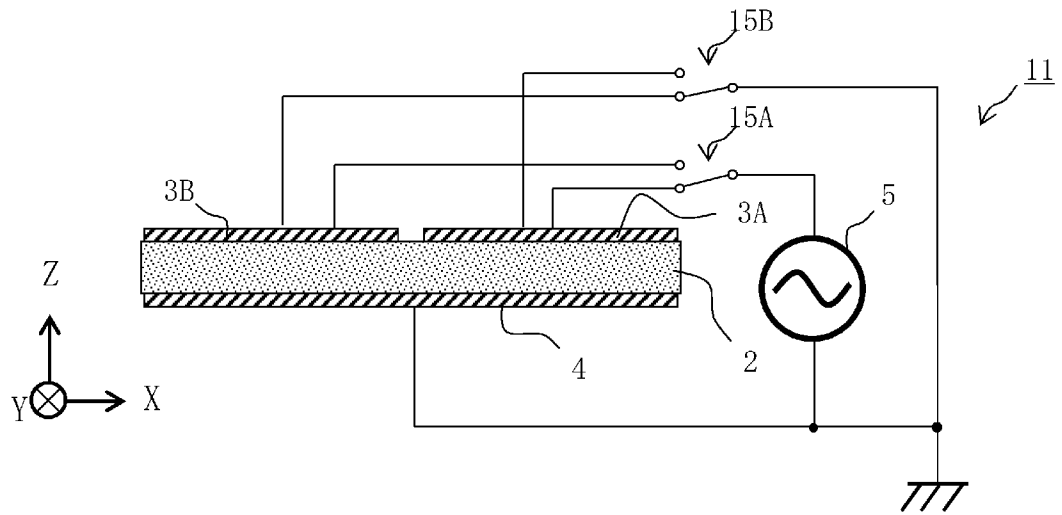
[図3]



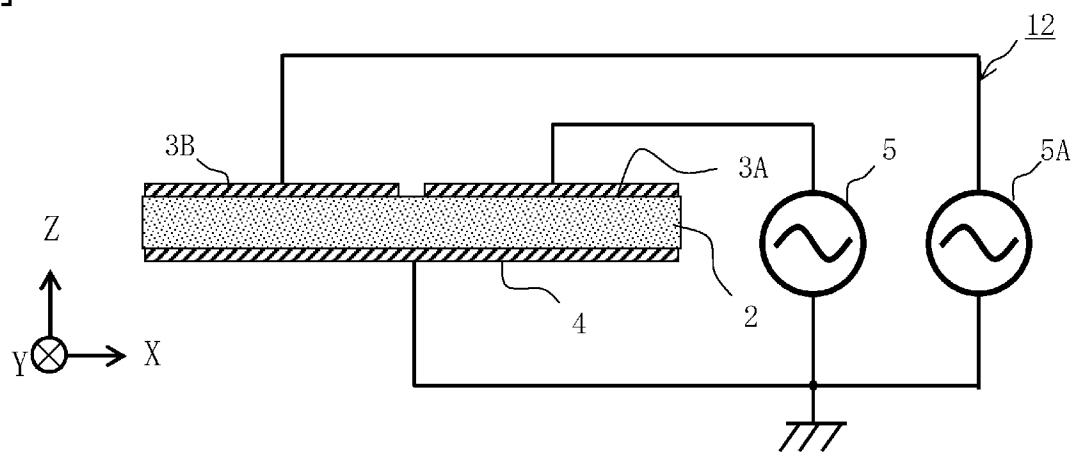
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N2/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02N2/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2011-72131 A (Taiheiyo Cement Corp.), 07 April 2011 (07.04.2011), paragraphs [0018] to [0019], [0033] to [0035]; fig. 2 to 3, 8 (Family: none)	1, 8-10 11-12 2-7
Y A	JP 2007-538484 A (Physik Instrumente GmbH & Co. KG.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0011] to [0017]; fig. 2 to 3 & US 2008/0073999 A1 & EP 1747594 A1 & WO 2005/114760 A1 & DE 102004024656 A1 & CN 1977403 A	11-12 2-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 August, 2012 (14.08.12)

Date of mailing of the international search report
28 August, 2012 (28.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02N2/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02N2/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A Y A	JP 2011-72131 A (太平洋セメント株式会社) 2011.04.07, 【0018】 - 【0019】, 【0033】 - 【0035】, 図 2-3, 図 8 (ファミリーなし) JP 2007-538484 A (フィジック インストゥルメント ゲーエムベ ーハー アンド ツェーオー カーゲー) 2007.12.27, 【0011】 - 【0017】, 図 2-3 & US 2008/0073999 A1 & EP 1747594 A1 & WO 2005/114760 A1 & DE 102004024656 A1 & CN 1977403 A	1, 8-10 11-12 2-7 11-12 2-7

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

安池 一貴

3 V

5 0 6 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8